

**XXIIIe CONGRÈS MONDIAL DE LA ROUTE
PARIS 2007**

DANEMARK – RAPPORT NATIONAL

SÉANCE D'ORIENTATION STRATÉGIQUE TS1

**DÉFIS POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE
DU SYSTÈME DE TRANSPORT ROUTIER**

Ole KIRK, Ulla EGEBJERG, Birgitte HENRIKSEN, Jørgen KRAGH,
Lene MICHELSEN, Hans BENDTSEN, Sigurd N. THOMSEN
Direction danoise des routes, Copenhague, Danemark

Peter WIND, Aksel Bo MADSEN
Institut national de recherche en environnement

ok@vd.dk

RESUME

Le présent rapport traite des 5 sujets principaux suivants liés à l'aménagement et au tracé des routes nationales danoises au cours des dernières années: (a) l'interaction avec le paysage et avec l'aménagement des terrains avoisinants; (b) la consultation et l'information du public sur les projets routiers; (c) les effets des passages à faune; (d) le modèle nordique de prédiction du bruit routier; (e) le test sur chaussées minces lié à la réduction sonore.

- a. L'aménagement des autoroutes danoises hérite des traditions internationales d'esthétique et d'harmonie avec le paysage. Cette tradition et ses visions architectoniques sont défiées par l'urbanisation croissante et les constructions industrielles qui se multiplient au voisinage des autoroutes. Il y a un besoin urgent de nouvelles lignes directrices liées à l'aménagement futur des terrains adjacents et des aires avoisinantes.
- b. La consultation du public et des associations en phase d'études d'impact sur l'environnement des projets routiers est une activité exigeante et coûteuse, mais également enrichissante, incluant des auditions, des réunions publiques avec une large participation, et une implication de groupe par thème dans l'évaluation des impacts. Le cadre lié à cette phase d'étude d'impact est évalué et développée périodiquement.
- c. L'utilisation des passages à faune dans les études routières s'est développée de manière significative durant les dernières années. Une étude sur l'utilisation de divers types de souterrains et passages supérieurs à faune révèle des différences marquées pouvant être liées aux types, dimensions, et localisation des espèces animales. Les passages supérieurs semblent très adaptés aux grands mammifères tels que les chevreuils.
- d. Le modèle amélioré Nord2000 est utilisé par le Danemark et les autres pays nordiques pour calculer la pression sonore à tout point du voisinage de sources bien définies de bruit routier. En liaison avec le projet *European Harmonise*, ce modèle sépare les bruits pneu/route avec ceux du moteur. Le modèle de propagation permet de prendre en compte les variations de type de sol, forme du terrain et météo. Les calculs sont facilités par des entrées standard liés à des cas-types.
- e. En collaboration étroite avec l'administration routière des Pays-Bas (RWW), le Danemark effectue des tests de réduction sonore à partir de différents types de chaussées minces sur une autoroute à fort trafic dans la région de Copenhague. Les principales mesures utilisent la méthode du "statistical bypass" (SBP), tandis que les évolutions de surface sont contrôlées à partir de la texture et l'adhérence.

1. LA VILLE, LA ROUTE ET LA PAYSAGE

1.1 Autoroutes danoises – Autoroutes vers le futur

En 1995, la direction danoise des routes a formulé la “stratégie pour de belles routes” afin de se pencher sur les problèmes de la relation entre la route et son environnement, à la fois dans les villes et en rase campagne.

L’objectif de ce projet et du travail de recherche “La ville, la route et le paysage” est de développer une stratégie spatiale et une vision architectonique de la planification future du réseau autoroutier danois et son interaction avec le paysage et la ville. Cette recherche s’appuie sur des analyses de trajets domicile-travail ainsi que des enquêtes sur les paysages et les zones urbaines.

Les routes ont un potentiel pour le transport et des avantages en termes visuels qui attirent le développement urbain et l’installation d’activités industrielles et commerciales. Ainsi, le tracé de la route et l’aménagement des zones avoisinantes devraient être entrepris avec une perspective plus large et vues comme un tout volontairement choisi.

Le point de départ de ce projet est une enquête néerlandaise pour le Rijkswaterstaat “Chambre avec vue (A room with a view)”. L’enquête élabore une stratégie pour développer des routes de voyage au lieu de sections aléatoires et non planifiées avec les zones avoisinantes. Dans la stratégie, la route est divisée en plusieurs archétypes, une idée que le projet “La ville, la route et le paysage” a adoptée. Trois archétypes, ou manières de voir la route, ont été développés et définissent ainsi le cadre d’une stratégie pour discuter du développement futur du réseau routier danois.

Auparavant, les Danois n’avaient jamais fait d’analyses sur les conséquences de la construction d’une route sur le développement des zones urbaines ou sur le paysage le long de la route et ses interrelations avec la route.

1.2 Traditions sous pression

Les autoroutes font partie du Danemark moderne et les 1000 km d’autoroutes sont un produit de considérations paysagères et de finition architectonique. C’est pourquoi les autoroutes représentent une trace de culture où à la fois la géométrie et l’harmonie extérieure avec le paysage sont de grande importance.

La majeure partie du réseau autoroutier danois a jusqu’ici été planifiée pour être située en rase campagne. Sur la base des traditions d’aménagement allemand et américain, les autoroutes ont été développées en considérant leur esthétique à travers le paysage. Cette esthétique s’appuie sur l’objectif de créer une harmonie interne et externe lorsque l’on conduit sur l’autoroute et dans la perception du paysage.

L’héritage des traditions autoroutières américaines et allemandes est considérable. La géométrie et le tracé sont décidés sur la base de courbes harmoniques adaptées à la vue et à l’échelle du paysage.

Avant tout l’esthétique fonctionnelle derrière l’aménagement détaillé du réseau routier danois a, avec la participation des conseillers en esthétique, des architectes et des paysagistes, résulté en de nombreuses sections routières ayant un tracé très harmonique.

Les routes traversent le paysage dans une interconnectivité visuelle unique entre la route et le paysage.

La relation entre la route et le paysage danois est le produit d'un aménagement soigné du tracé s'appuyant sur les idéaux scéniques de visualisation du paysage cultivé pour le conducteur. Dans les zones avec des qualités de paysage spéciales, le tracé de l'autoroute a été conçu en prenant en compte la perception du paysage.

Cela a donné aux conducteurs des expériences précieuses liées au paysage qui ont leur importance en tant que points de repère ou points d'orientation au cours du trajet. Dans le tracé détaillé et la conception des profils en travers, le contact visuel avec les arbres en bordure de route, les haies, les délimitations de propriétés et les remblais ont été soigneusement pris en compte. Ceci crée de la variation et une perception rythmique du paysage.

Au cours du temps différents types de profils en travers ont été développés avec une ligne centrale optimisée, des pentes soignées et des terrains plats. Une conception soignée des éléments du profil en travers a été effectuée, intégrant dans les principes de conception sécurité, fluidité, visibilité et esthétique du paysage.

Aujourd'hui, avec la connaissance de ces éléments, il est possible de "dater" les sections autoroutières. L'autoroute avec sa taille et son tracé a été un élément significatif dans le paysage culturel et représente à ce jour une importante contribution à l'environnement culturel du paysage.

En rase campagne, les considérations liées au secteur agricole ont résulté en la minimisation de la surface nécessaire pour construire une route. C'est pourquoi l'utilisation de plantations le long de la route a été réduite pour presque seulement inclure les accotements de l'autoroute. Les conséquences des travaux de construction n'ont pas toujours laissé les meilleures conditions pour planter, et ceci pourra se remarquer dans plusieurs années. Idéalement, la fonction de base des plantations a été d'intégrer la route dans le paysage environnant, de délimiter la route du paysage et de créer un cadre pour l'environnement de la route afin d'optimiser la perception du conducteur dans le déroulement du trajet et la perception rythmique du paysage.

1.3 L'effet des autoroutes

Au cours de 20 dernières années entre 1982 et 2002, le réseau autoroutier danois s'est agrandi de près de 80%. De tronçons isolés autour des plus grandes villes, les autoroutes se sont développées aujourd'hui en un réseau national.

De nombreux indicateurs montrent que les autoroutes ont changé les conditions et également le développement des zones qu'elles traversent.

Durant les 20 dernières années, le nombre de trajets domicile-travail a augmenté de pair avec une augmentation considérable des distances que les conducteurs sont prêts à parcourir, particulièrement dans les corridors de transport où le réseau autoroutier a été étendu. La tendance est que les zones urbaines ont été intégrées et qu'elles forment maintenant une communauté fonctionnelle. Les usagers ne se déplacent plus vers la grande ville la plus proche mais parcourent de plus grandes distances, ce qui a été rendu possible grâce au réseau autoroutier.

La question qui survient à présent est de dire si les zones urbaines qui ne cessent de croître entre les anciennes villes vont aussi se développer en des communautés cohérentes. Une tendance est que la diminution des temps de parcours, ce qui est une conséquence des autoroutes, signifie que les usagers utilisent l'autoroute sur des distances plus grandes. Par ailleurs, il semble que l'autoroute n'a pas seulement influencé le temps de parcours mais également est un important facteur du choix du lieu de résidence des usagers. Les parcours domicile-travail depuis les zones résidentielles situées près d'une autoroute ont augmenté de pair avec la demande pour ces zones, et contribuent probablement à la construction nouvelle de zones résidentielles près du réseau autoroutier.

Une conséquence de cette tendance pourrait être que le caractère de l'autoroute évolue de son état de réseau routier de luxe pour les usagers traversant le pays d'un point à un autre, à une machine de trafic servant les grandes villes.

Il est également possible de deviner une tendance sur le fait que le développement urbain entre les grandes villes se situe au sein des corridors de transport existants près des autoroutes. En considérant ceci sur un niveau général, il est seulement possible de parler de tendances pour l'instant. Si un accent plus détaillé est porté sur la localisation du développement commercial et de la croissance de l'emploi au sein des municipalités et des aires locales traversées par une autoroute, il y a une tendance significative de construire plus de bâtiments commerciaux dans les zones les plus proches de l'autoroute. C'est en particulier le cas des zones situées à une distance inférieure à 1km du réseau autoroutier qui montrent une importante croissance dans la construction de bâtiments commerciaux.

Pour ce qui est du développement à un niveau local, il arrive souvent que l'ouverture d'une autoroute est suivie d'une relocalisation des bâtiments commerciaux dans les villes traversées par l'autoroute; les bâtiments commerciaux sont déplacés dans des endroits situés entre la ville et l'autoroute. Les raisons peuvent à la fois être dues à l'aménagement du territoire de la municipalité ou du souhait d'une entreprise d'être visible depuis l'autoroute et rendre l'accès plus facile.

En outre, cette tendance met en évidence qu'il devrait y avoir plus de connections ou de relations entre les considérations liées à la conception de l'autoroute et les considérations liées à l'aménagement du territoire.

1.4 Les autoroutes dans l'avenir

Les autoroutes dans l'avenir ont à faire avec les autoroutes classiques, mais incluent également des aspects liés à l'interaction de la route avec les banlieues, les zones industrielles de la ville ainsi que la ville elle-même.

L'autoroute classique est pensée comme une autoroute de liaison, conçue avec un certain rythme, dont le but est d'assurer un équilibre entre monotonie et activité.

L'idéal est une autoroute avec suffisamment de variété afin de maintenir l'attention du conducteur, mais qui en même temps présente le paysage environnant comme un chemin agréable. Avec cette idée comme point de départ, les bases du tracé de sections routières données jolies et harmoniques dans le paysage culturel danois sont lancées.

Cependant, la route classique est très vulnérable aux changements qui prennent place dans une société dynamique. L'environnement de la route près des aires urbaines plus grandes évolue à un rythme d'un caractère presque explosif. Les banlieues bougent plus près de la route avec des signes et affiches, les villes viennent plus près de l'autoroute avec des exigences de murs antibruit tandis que la délimitation de l'autoroute et de ses aires avoisinantes devient occupée. Ce développement augmente les exigences sur le tracé architectonique de la route et défie l'aménagement général architectonique, en plus du tracé de la route.

La route classique qui, comme archétype, pourrait être décrite comme la route de l'âge d'or, est la base de la majeure partie du réseau routier danois. En rase campagne, ce sera encore la manière de construire des routes dans le futur. La route de l'âge d'or contient des qualités qui doivent être conservées et d'autres qui devraient être développées à l'avenir.

Autour des villes et banlieues, l'autoroute peut être décrite comme une route urbaine ou le chemin du camionneur. Ces archétypes particuliers et les défis liés à l'interaction entre la route, la ville et le paysage sont les principaux sujets de cette partie de l'ouvrage. Les suggestions sur le futur développement et l'adaptation de la route urbaine ou du chemin du camionneur ont été présentées. Ceci avec respect envers la route classique et ses principes. Ce slogan est "Nous construisons pour avoir de l'espace libre" ce qui signifie que sur la base d'analyses et d'études locales, des aires spéciales sont sélectionnées pour le développement de bâtiments/constructions et autres activités près de la route et sa rencontre avec le paysage. Le potentiel pour utiliser des aires libres qui émanent de la rencontre entre la route et la ville est analysé. Il s'agit des zones redondantes qui sont apparues soudainement ou qui ont été planifiées comme zones libres de construction. Comment ces zones libres peuvent-elles être utilisées et devenir des lieux attractifs et de valeur liés à la ville.

L'attention est également portée sur le défi suivant: comment les enclaves commerciales et enclaves constitués d'autres bâtiments peuvent-elle être développées d'une manière interactive avec le chemin du camionneur? Comment peut-on aménager et développer des enclaves d'une grande qualité architectonique pouvant générer une croissance continue dans la société? Il existe des exemples européens d'aménagement et de développement d'infrastructure active et visionnaire. Dans de nombreux endroits, on a vu que cela s'appuie sur les méthodes d'influence au sens large, et sur le développement de la coopération entre acteurs privés et publics.

1.5 Visions et défis

Durant de nombreuses années au Danemark, l'intention était de rendre sûre et de protéger la nature et la perception du paysage quand de nouvelles routes étaient construites. Ce devait être facile de trouver ses repères sur le trajet, les routes devaient être sûres et les centaines de milliers de conducteurs devaient tous les jours être capables d'apprécier le paysage danois.

Aujourd'hui, ces valeurs et cet héritage ont été considérablement menacés par le développement illustré dans cet ouvrage.

Le Danemark a une tradition d'aménagement cohérent à la fois dans les zones urbaines et en rase campagne. Ceci a été nécessaire à cause de la taille limitée du pays et parce qu'il

y a eu un souhait de protéger le paysage, les qualités des villes et d'assurer un développement dynamique et viable.

Il est devenu de plus en plus habituel de faire des trajets domicile-travail et les secteurs industriels/commerciaux au Danemark ont un intérêt plus grand dans un emplacement plus près de l'autoroute à la fois à cause du recrutement de personnel, de la distribution de biens et un tracé avec une grande visibilité pour tous les conducteurs sur l'autoroute.

Plus généralement, les communautés urbaines sont intégrées dans des aires urbaines régionales et les limites entre la ville et la campagne deviennent plus difficiles à définir. Ceci prend place à un tel rythme et dans une telle mesure qu'on peut parler d'un saut qualitatif. Dans les recherches internationales, ce développement vers l'infini est décrit comme "métropolisation".

Le projet de recherche "La ville, la route et le paysage" a enquêté sur la manière dont les bâtiments sont presque attirés vers la route et la manière dont la route affecte l'aménagement des nouvelles aires résidentielles dans les villes.

Le projet a également présenté différentes visions de la manière dont il est possible de satisfaire les besoins de la société moderne dans le futur en ce qui concerne l'accessibilité et la manière de satisfaire les besoins du secteur industriel/commercial tandis que simultanément, le paysage de l'âge d'or du Danemark est maintenu pour les futures générations.

Les valeurs sont décrites de pair avec le développement, mais les chapitres suivants du développement ne sont pas décrits. Il devait être débattu et discuté la manière dont la future gestion du paysage près des routes devrait être organisée en considérant les intérêts des villes près des routes, les automobilistes, les milieux d'affaires et l'environnement culturel.

Le développement se déroule sur un rythme rapide – il faut que le débat et l'aménagement qualifié fassent de même!

2. PARTICIPATION/CONSULTATION PUBLIQUE DANS LES PROJETS ROUTIERS AU DANEMARK

En tant que gestionnaire du réseau routier principal du Danemark, la direction danoise des routes conçoit et construit les routes nouvelles majeures ainsi que les routes plus petites avec comme vision d'améliorer l'environnement, la sécurité routière et la fluidité. Les projets plus importants de constructions nouvelles incluent les nouvelles liaisons routières, les déviations et les améliorations de capacité pour les routes existantes ainsi que d'autres grands travaux de construction. Les projets routiers de moindre importance couvrent une large gamme de travaux avec comme objectif principal d'améliorer la sécurité routière et l'environnement.



Figure 1 - Problèmes de capacité sur une route près de Copenhague

Aujourd'hui les défis impliquent particulièrement des solutions destinées à résoudre les problèmes de capacité sur les routes existantes dans le voisinage des grandes villes du Danemark – secteurs avec une population dense.

En cohérence avec les objectifs politiques généraux pour le trafic et l'environnement, la direction danoise des routes travaille activement au développement du secteur routier danois vers la durabilité environnementale. Pour remplir cet objectif, la direction des routes danoise, en coopération avec les administrations au Danemark et à l'extérieur du Danemark, les citoyens et autres acteurs des secteurs du transport et de l'environnement, favorisant le développement de solutions de transport bonnes pour l'environnement, sûres et efficaces. La direction danoise des routes intègre également des considérations d'environnement dans les décisions de management à tous les niveaux et dans son travail, motive et forme les employés pour agir selon sa politique environnementale et s'efforce de prévenir et minimiser l'impact négatif environnemental de l'infrastructure routière sur les populations et la nature. La direction danoise des routes communique ouvertement sur sa politique environnementale, les impacts environnementaux des activités et ces efforts continus en faveur de l'environnement.

En raison de la convention d'Aarhus et la directive sur les études d'impact sur l'environnement, le public est consulté sur les aspects environnementaux durant les diverses étapes du développement, de la planification, des études, de la construction et de l'entretien/extension des routes.

2.1. Les étapes dans les grands projets routiers

Typiquement beaucoup d'années vont s'écouler entre les premières idées d'un grand projet d'infrastructure et le moment où le projet est décidé puis construit. Un projet est normalement caractérisé par les étapes suivantes:

- Etudes de faisabilité

- Etudes d'avant-projet – Etudes d'impact sur l'environnement
- Etudes détaillées
- Travaux
- Ouverture

Les règles sur l'étude d'impact sur l'environnement stipulées dans la loi sur l'aménagement du territoire comprennent la mise en oeuvre par le Danemark de la directive européenne sur les études d'impact sur l'environnement. Cependant, pour les projets routiers nationaux plus grands, les règles sont différentes.

La directive de l'UE sur les études d'impact sur l'environnement (EIE), article 1 (5) mentionne que la directive ne doit pas s'appliquer sur les projets adoptés par un acte spécial de législation nationale, étant donné que les objectifs de cette directive, y compris ceux de fournir l'information, sont réalisés via le processus législatif.

Les routes de moindre importance sont planifiées sur la base de la loi sur l'aménagement du territoire.

Avant qu'un grand projet routier national ne puisse être implémenté, le parlement danois passe un décret de construction pour la majorité des grandes constructions routières. Ces types de projets sont financés dans le budget annuel de l'Etat comme des crédits alloués. Compte tenu du fait que les grandes routes nationales sont décidées par décret de construction, la directive ne s'applique pas à ces projets. Cependant les objectifs de la directive sont remplis à travers le processus d'étude environnementale et le processus législatif.

La consultation du public est dans une large mesure similaire aux projets adoptés à travers la loi sur l'aménagement du territoire mais il y a encore quelques différences fondamentales.

Dans ce passage, l'accent est porté sur l'implication du public au cours de la phase EIE, lorsque la direction danoise des routes planifie et conçoit les grandes routes nationales.

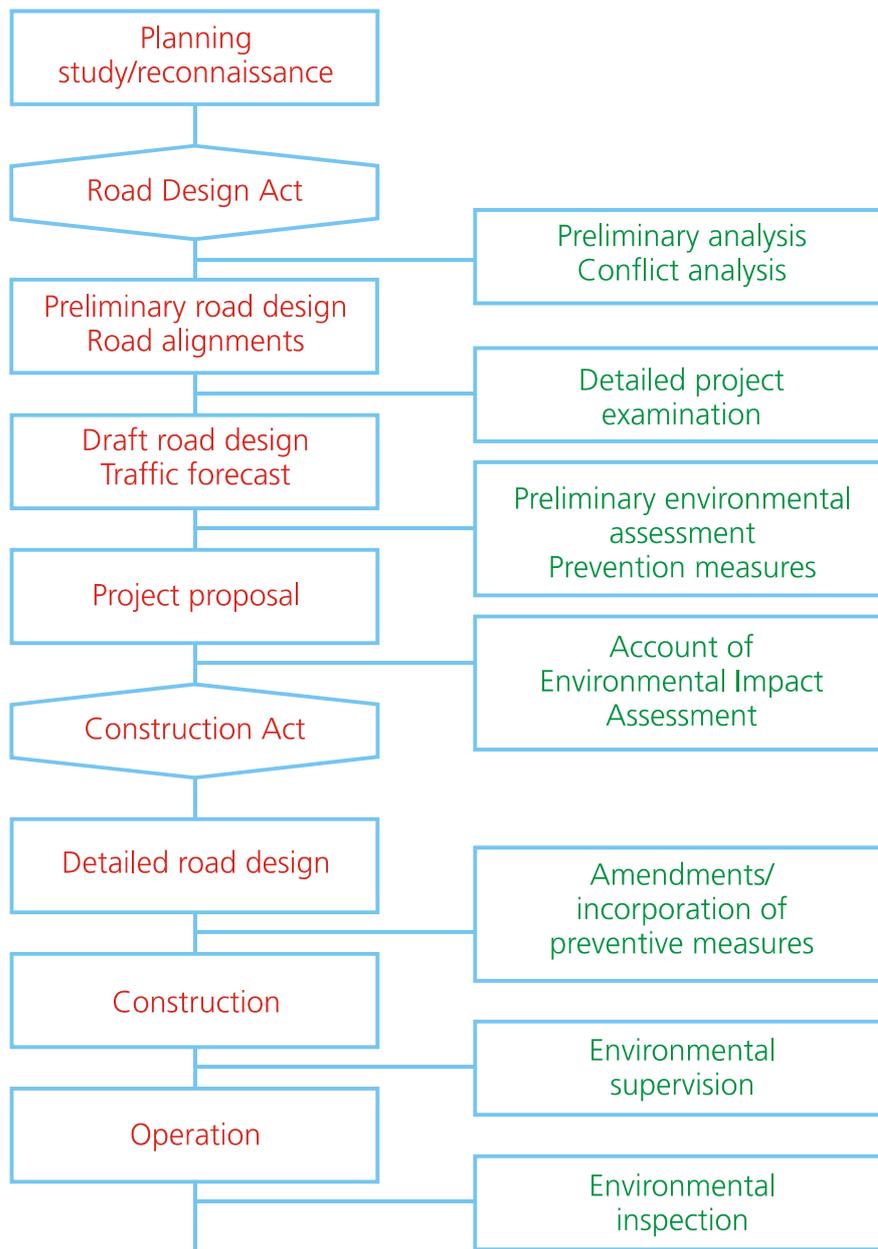


Figure 2 - Les différentes phases et le processus de décision – Les grands projets de routes nationales adoptés par un acte spécifique.

Une EIE, y compris la consultation du public, etc. sur le projet routier est réalisée en relation avec les phases études du projet et avant qu'une proposition de décret de construction ne soit présentée au parlement.

2.2. Les phases d'EIE, de planification et d'études

Lorsque le processus d'EIE débute, une commission est mise en place. Dans cette commission sont représentés des autorités locales ainsi que des autorités régionales. De plus, des représentants du ministère de l'environnement sont présents dans la commission. L'objectif de la commission est d'assurer une consultation convenable au niveau local et régional pendant que les EIE sont réalisées et également d'assurer que les questions liées en particulier à la nature, aux habitats et à l'héritage culturel soient convenablement examinées.

Auparavant, le public dans son ensemble était – et est toujours – consulté dans le processus de l’EIE via deux consultations publiques:

- une consultation initiale – annonce publique des propositions de projets (une période de minimum 4 semaines) où un appel à idées et suggestions pour le projet en question est lancé
- et
- une seconde consultation – consultation publique (période minimum de 8 semaines) où le projet en question est présenté et où le public peut faire des commentaires.

Ces auditions sont faites au cours de rencontres publiques tenues au niveau local par la direction danoise des routes. Ces rencontres sont très populaires et beaucoup de citoyens, de riverains et d’usagers de la route y participent activement. En ce qui concerne les rencontres publiques, la direction danoise des routes organise une exposition sur le projet concerné. Au cours de la consultation initiale, une publication qui traite des plans routiers est envoyée au préalable. Lors de la seconde audition, la direction des routes danoise publie les rapports d’EIE. Les rapports d’EIE décrivent le projet et ses options ainsi que l’évaluation des impacts sur l’environnement. Les rapports d’EIE sont également disponibles sur internet et sont aussi distribués sous forme papier et sous CD-Rom dans les bibliothèques, mairies, etc.

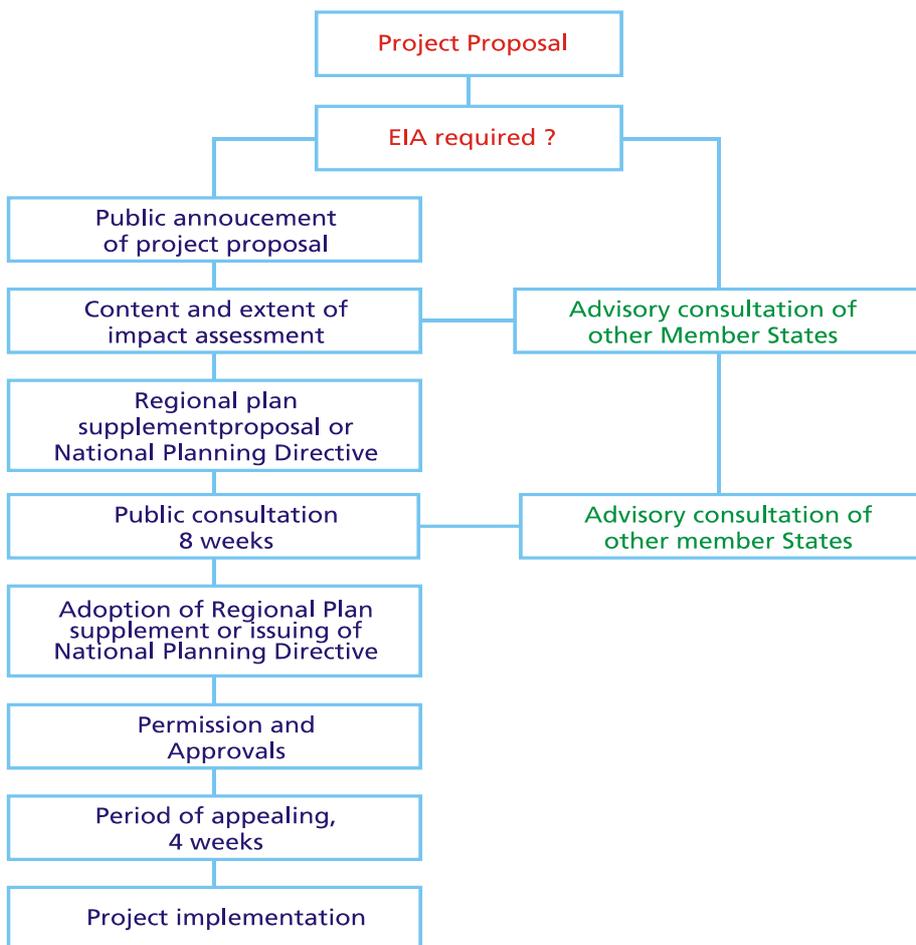


Figure 3 - Consultation du public au cours du processus d’EIE selon la loi sur l’aménagement du territoire.

Le point le plus intéressant est que les rencontres publiques sont tenues sans participation du niveau politique. De cette façon, l'objectif et le sujet de la réunion sont clairs – c'est le projet en question dont il s'agit, et pas diverses considérations politiques locales.

Les réunions sont normalement divisées en trois parties:

- Une présentation de l'objectif de la réunion et du projet, incluant une clarification sur la manière dont chacun peut influencer le projet et son déroulement
- Une pause avec possibilité de voir l'exposition liée au projet
- Une discussion et des questions pour apporter des éclaircissements sur le projet

Selon le projet d'EIE en question et l'endroit où il se situe, 100 à 1000 personnes participent à chaque réunion publique.



Figure 4 – Réunion publique

Au cours des dernières années, la direction danoise des routes a par ailleurs invité les parties/groupes les plus concernés comme les riverains, les associations etc. à participer au processus d'EIE. Les parties les plus concernées sont organisées et impliquées de différentes manières selon l'intérêt que chaque groupe peut avoir (trafic, nature, suggestion sur le projet en question, etc.) pas seulement en relation avec les auditions publiques mais également durant l'établissement de la base sur laquelle l'évaluation des impacts sont faits ainsi que les études du projet routier.

L'objectif en formant ces groupes est d'améliorer l'implication du public de telle sorte qu'elle soit réalisée au bon moment - au début et durant les études du projet - et pas quand les rapports d'EIE sont finis et rendus publics. Ces groupes contribuent également à assurer qu'une connaissance précise des spécificités locales est établie et que ceux-ci peuvent fournir leur soutien avec l'information sur le projet routier.

La consultation du public est importante et nécessaire afin de qualifier la base sur laquelle les évaluations sont faites et également pour assurer que toutes les options alternatives adéquates ont été examinées. Cependant l'évaluation même des impacts sur l'environnement des projets routiers relève de la responsabilité de la direction danoise des routes.

Afin d'assurer un consensus sur l'objectif de ces groupes, un document est établi décrivant les tâches de chaque groupe, les activités attendues, les responsabilités et le rôle du groupe. Le document est approuvé par la direction danoise des routes ainsi que les membres des associations dans le groupe.

Comme conséquence de la participation publique, des options adéquates supplémentaires ont été incluses dans l'EIE faite par la direction danoise des routes. Dans un projet, une option proposée dans l'audition publique est en fait devenue l'option préférée, ce qui a formé la base d'un décret de construction qui est passé au parlement.

Impliquer les associations locales présente également un intérêt lorsqu'il n'a pas été possible d'optimiser par exemple les enquêtes de terrain liées à la cartographie des différentes espèces animales et végétales à prendre en compte dans l'élaboration du projet routier.

La participation du public améliore le processus d'EIE mais exige également beaucoup de ressources en réunions, séminaires, publications avec information sur le projet, etc. Typiquement, les dépenses liées à la participation du public constituent 5 à 10 % du budget total des études des grands projets routiers du Danemark.

Les efforts pour impliquer le public dans l'EIE des projets routiers sont bénéfiques à la fois pour le projet en question et pour le processus. Ce n'est cependant pas suffisant pour empêcher que des opposants au projet routier puissent retarder le processus de prise de décision s'ils le souhaitent.

2.3 Appels

Les projets acceptés après le processus d'EIE selon la loi sur l'aménagement du territoire et les plans municipaux et régionaux peuvent faire l'objet d'un appel dans les 4 semaines suivant la délivrance du permis.

Lorsqu'il s'agit de routes nationales de grande envergure, la direction danoise des routes émet une recommandation – basée sur l'EIE et les résultats de l'audition publique (livre blanc) – au ministre des transports et de l'énergie.

Le ministre des transports et de l'énergie peut à présent entreprendre un projet de décret de construction pour le projet routier. En autorisant des experts ainsi que des représentants de groupes d'intérêt à participer aux réunions du comité en question, on s'assure que tous les problèmes sont pris en considération dans le projet de décret.

Le ministre des transports et de l'énergie présente un projet de décret au parlement concernant le projet routier. Durant la lecture du décret – trois lectures doivent être effectuées avant que le parlement puisse adopter l'acte – le public peut contacter la commission qui lit le décret et par l'intermédiaire de celle-ci poser des questions au ministre sur le décret. Sur la base des réponses aux possibles questions le décret est

discuté en troisième lecture. Après cela, il n'y a plus de possibilité de faire appel à la décision de construire la route dans le cadre de la législation danoise.

2.4 Questionnaire à propos de la qualité de la participation publique

Pour améliorer la participation/consultation publique dans les projets routiers, la direction danoise des routes demande fréquemment l'opinion du public sur le processus et la qualité de la participation publique dans les différentes phases des projets routiers.

Les derniers questionnaires en relation avec un processus d'EIE à la direction danoise des routes ont conduit aux propositions suivantes pour améliorer la participation publique:

- Les rapports d'EIE élaborés par la direction danoise des routes obtiennent des scores très élevés de la part du public. Cependant, les rapports sont très exhaustifs et incluent souvent plusieurs centaines de pages de descriptions détaillées et d'évaluations du projet et les impacts environnementaux. C'est pourquoi aujourd'hui la direction danoise des routes diffuse une version résumée facilement accessible ainsi que, par exemple, une sorte de journal comme supplément du rapport d'EIE et le résumé non technique de l'EIE.
- La moitié des personnes interrogées ont répondu qu'elles ont eu l'information qu'elles souhaitaient sur le projet par les rapports d'EIE et l'autre moitié par les auditions publiques. Ainsi, les rapports et les réunions publiques sont considérés comme des moyens nécessaires dans la participation publique.
- Il est important de consacrer suffisamment de temps dans les réunions publiques pour la discussion et les questions pour clarifier le projet – au moins autant de temps que la présentation du projet. Ne pas utiliser de termes techniques.
- L'annonce des réunions et auditions publiques devraient – hormis un courrier direct aux parties les plus intéressées (riverains, associations, etc.) – faites en plusieurs occasions à l'avance. Les annonces peuvent être réalisées avec avantage dans les journaux locaux, et en relation avec d'autres publications de la commune fréquemment lues.
- Il est important de clarifier à l'avance quels sont les sujets à débattre.
- Même si cela est précisé dans les annonces et les rapports, il est important lors des réunions publiques, de clarifier comment, à qui et quand le public peut influencer et faire des commentaires sur le projet.

2.5 La visualisation des projets comme partie de la participation publique

Visualiser les projets est apparu comme un moyen très privilégié de donner au public une idée de la dimension et du caractère du projet en question. Les décideurs préfèrent également demander à visualiser les projets.

La direction danoise des routes utilise la visualisation depuis de nombreuses années, et aujourd'hui les projets sont aussi normalement simulés par des films durant la phase de planification et d'EIE.

Les simulations sur internet connaissent des limites liées aux exigences de capacité de l'ordinateur. C'est pourquoi jusqu'à présent les suppléments ont été fournis sur CD-Rom, comme supplément des rapports d'EIE.



Figure 5 - L'autoroute M3 aujourd'hui et après extension, avec de nouveaux murs antibruit.

3. UNE EVALUATION BIOLOGIQUE SUR L'EMPLACEMENT ET L'EFFET DE PASSAGES A FAUNE AU-DESSUS ET AU-DESSOUS D'AUTOROUTES DANS LE NORD DU JUTLAND, DANEMARK.

Les infrastructures de transport jouent le rôle d'obstacles, empêchant souvent les mouvements de vie animale et végétale au sein du paysage. Lorsque des animaux traversent un axe routier, par exemple une route, il y a un risque de collision avec les véhicules. La mise en place de passages à faune peut être un moyen d'éviter des collisions. Leur emplacement en cohérence avec les structures paysagères sur les axes routiers a jusqu'ici suivi les instructions élaborées par la direction danoise des routes en

collaboration avec l'agence danoise de la nature et des forêts, ainsi que l'institut national danois de recherche sur l'environnement (INRE).

La mise en place de passages à faune a soulevé de nombreuses questions sur leur emplacement et leur effet:

- 1). Les passages remplissent-ils leur rôle, c'est-à-dire sont-ils placés dans le paysage où un grand nombre d'espèces animales peuvent les trouver?
- 2). Les aires environnantes des passages sont-ils élaborés de manière à ce que les animaux soient réellement guidés vers l'entrée des passages?
- 3). Les passages sont-ils conçus et dimensionnés de telle sorte que les besoins de mobilité des animaux aussi bien terrestres qu'aquatiques sont remplis?
- 4). Quelles espèces animales dans les aires avoisinantes utilisent ou n'utilisent pas le passage?

La direction des routes a demandé à l'INRE de mener une enquête et de suivre l'évaluation de l'emplacement et l'effet de passages à faune sur les routes du nord du Jutland.

3.1 Critères d'évaluation

L'INRE a sélectionné 11 passages à faune à partir des critères suivants dans le but d'assurer que tous les types de construction sont représentés:

- Passage souterrain sec
- Passage souterrain humide
- Passage supérieur
- Dimensionnement
- Conception
- Adéquation des études de terrain le long de l'année
- Localisation des passages liés aux distances de conduite sur les études de terrain

Les études de terrain ont été conduites au long d'une année entre le 1er juin 2005 et le 31 mai 2006.

La mise en place de passages à faune sur d'autres sections routières danoises a donné beaucoup d'enseignements sur le développement de la conception, le dimensionnement et l'adaptation des passages à faune. L'expérience a été mise à profit lors de l'aménagement de 39 passages à faune sur la section routière dans le nord du Jutland. Leur mise en place a eu lieu de 1996 à 2001.

3.2 Nouvelle génération de passages à faune

Les premiers types de passages à faune étaient des constructions de tubes avec une dimension de tuyau aussi large que le cours d'eau dans le but d'assurer le libre passage de l'eau et des espèces animales aquatiques. Cependant, beaucoup d'espèces animales terrestres, en particulier des mammifères, utilisent les cours d'eau et les passages dans les environs comme corridors pour se disperser et se déplacer dans le paysage. Ainsi, les passages à faune sont maintenant construits avec des talus entre le cours d'eau et la façade du passage à faune. La hauteur du tube varie avec la distance depuis le mur ce qui implique que l'adaptation de certains talus n'est pas toujours optimale, en particulier pour les gros mammifères, principalement les chevreuils. Un talus conçu avec une surface

plane sèche toute l'année le long de la façade du tube et une pente vers le cours d'eau satisfait les besoins de nombreuses espèces. (figure 6).



Figure 6 - Passage souterrain humide. Le passage à faune a été construit avec des talus sur chaque rive. Les talus ont une surface plane sur le dessus et des côtés en pente vers le cours d'eau.

L'expérience sur les besoins de différentes espèces animales a causé des modifications de la construction et du profil du passage à faune. Lorsque les passages à faune sont établis, le tracé est aujourd'hui soit rectangulaire soit carré. De plus, les talus sont construits avec une hauteur empêchant que la surface plane soit envahie par le niveau normal de l'eau dans le cours d'eau. Les côtés des talus sont en pente vers la surface de l'eau et souvent renforcés par des pierres par exemple afin d'éviter l'érosion. Cette conception – appelée le passage souterrain humide – fournit le tracé du passage à faune basique pour les autoroutes du nord Jutland.

De plus, les passages à faune ont été mis en place sur des localisations terrestres où il est présumé que des espèces animales se trouvent et se déplacent fréquemment dans le paysage, par exemple en relation avec les haies, fossés et barrières. Dans de tels endroits, des souterrains secs ont été établis et comme les souterrains humides, leur conception et soit rectangulaire soit carrée selon les endroits (figure 7).



Figure 7 - Souterrain sec avec l'entrée la plus proche donnant sur une dépression artificielle, sachant que la surface de la route est construite au même niveau que les zones environnantes.

Un nouveau type de passages à faune, les passages supérieurs, a été introduit au Danemark lorsque la route a été coupée à travers l'arête "Jyske Ås" (Figure 8). Les passages supérieurs sont établis lorsque des zones forestières et d'autres corridors importants sont croisés par des constructions routières. Le passage supérieur est placé au même niveau que les environs et facilite la traversée de la construction routière pour la plupart des espèces mammifères. La construction de passages supérieurs est possible dans des endroits où la surface de la route est déjà plus basse que les environs ou lorsque la surface de la route peut être abaissée sous le niveau du sol.

A côté du Jyske Ås, un autre passage supérieur a été construit sur la section autoroutière Århus-Låsby à l'ouest d'Århus (Figure 9). Des passages supérieurs en plus sont en construction sur d'autres sections routières au Danemark.



Figure 8 - Le passage supérieur du Jyske Ås, nord du Jutland. La surface de la route est coupée dans le paysage de telle sorte que la surface supérieure du passage supérieur soit au même niveau que les environs.



Figure 9 - Passage supérieur sur l'autoroute Århus-Låsby, Centre du Jutland

3.3 Beaucoup d'espèces animales utilisent les passages à faune

26 espèces de mammifères sont recensées dans le nord du Jutland. A l'exception du *Sciurus vulgaris* et du *Cervus elphus*, toutes les espèces ont été recensées dans un ou plusieurs des passages à faune recensés.

ESPECES	NORD DU JUTLAND	SOUTER RAIN SEC	SOUTER RAIN HUMIDE	PASSAGE SUPERIEUR
<i>Microtus agrestis</i>	X	X	X	X
<i>Micromys minutus</i>	X	X	X	X
<i>Apodemus flavicollis</i>	X	X	X	X
<i>Mus musculus ssp. musculus</i>	X		X	
<i>Clethrionomys glareolus</i>	X		X	X
<i>Apodemus sylvaticus</i>	X	X	X	X
<i>Sorex araneus</i>	X	X	X	X
<i>Sorex minutus</i>	X	X	X	X
<i>Neomys fodiens</i>	X	X	X	X
<i>Mustela nivalis, M. erminea</i>	X	X	X	X
<i>Sciurus vulgaris</i>	X			
<i>Meles meles</i>	X	X	X	X
<i>Lepus europaeus</i>	X	X	X	X
<i>Mustela putorius, M. vison</i>	X	X	X	X
<i>Talpa europaea</i>	X		X	X
<i>Martes foina, M. martes</i>	X	X	X	X
<i>Lutra lutra</i>	X	X	X	
<i>Erinaceus europaeus, Rattus norvegicus, Arvicola terrestris</i>	X	X	X	
<i>Vulpes vulpes</i>	X	X	X	X
<i>Cervus elaphus</i>	X			
<i>Capreolus capreolus</i>	X	X	X	X

Tableau 1 - Occurrence des mammifères terrestres recensés dans le nord du Jutland (Danemark) et dans les différents types de passage à faune.

Les empreintes des pattes de certaines espèces ne peuvent pas être distinguées avec certitude: il s'agit de *Mustela nivalis* et *M. Erminea*, *Mustela putorius* et *M. Vison*, *Martes foina* et *M. Martes* et *Erinaceus europaeus*, *Rattus norvegicus* et *Arvicola terrestris*. Les chauves-souris ne sont pas représentées dans le tableau car elles ne sont pas recensées par les mêmes méthodes.

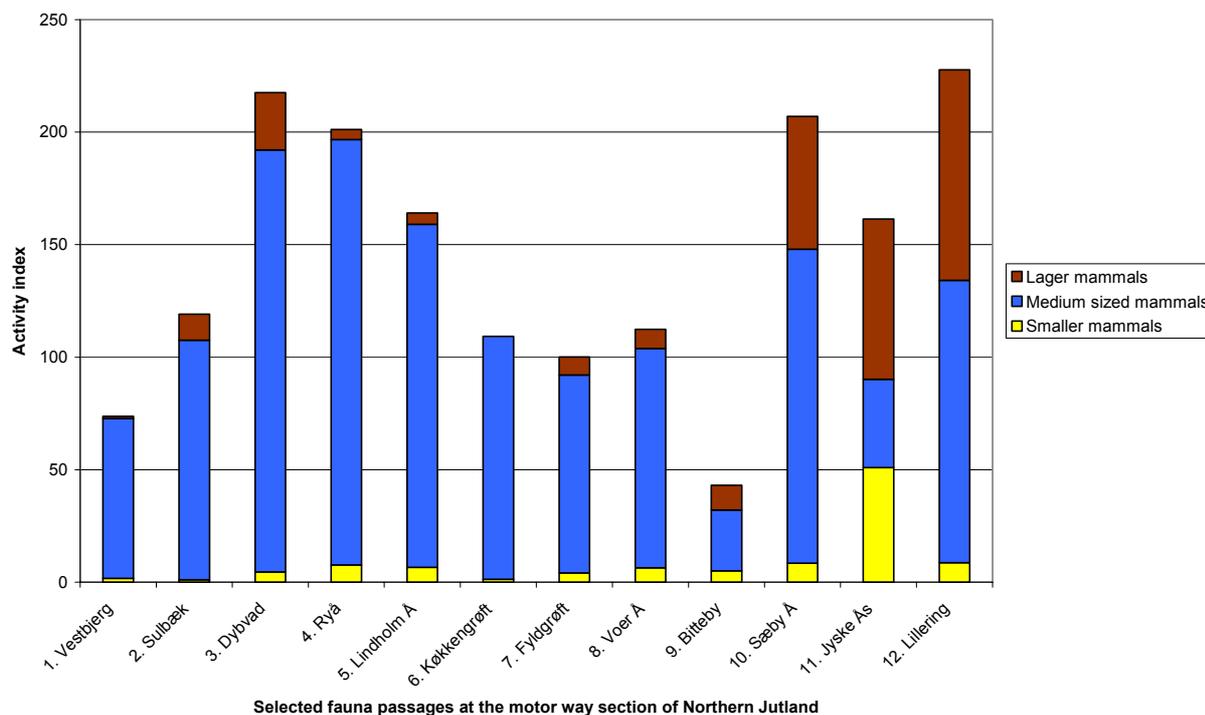


Figure 10 - Utilisation par les mammifères de passages à faune sélectionnés. Souterrains secs 1 à 3, souterrains humides 4 à 10 (no. 10 est un pont franchissant un paysage); passage supérieur 11 et 12.

Il y a une grande différence entre le degré d'utilisation des types de passage à faune et les différentes espèces qui les utilisent (figure 10). Une variation saisonnière est établie selon les espèces et les types de passage à faune. Tout d'abord la variation saisonnière est liée au fait que l'activité des espèces et les besoins de libre migration dans le paysage varient durant la saison, selon les ressources alimentaires, l'accouplement et l'hibernation.

L'utilisation par les espèces des passages à faune est encouragée en plaçant les passages en liaison avec les corridors de paysage tels que les haies, fossés et barrières ou bien en établissant des grillages le long des constructions routières guidant vers l'entrée du passage à faune et empêchant les animaux de traverser la route. Les espèces animales avaient eu 5 à 10 ans pour localiser les passages à faune, mais il ne semble pas y avoir de relation linéaire entre le niveau d'activité et l'âge du passage à faune. Apparemment, la densité des différentes espèces dans les environs de chaque passage à faune doit être la raison pour l'utilisation variable de passages à faune.

Il existe une relation claire entre la taille des passages souterrains et le nombre de mammifères moyens les utilisant, lorsque le niveau d'activité est lié à la dimension de l'entrée du passage à faune et de l'effet tunnel total. Plus l'entrée est grande ou plus l'effet tunnel est grand, plus le nombre de mammifères moyens utilisant les souterrains est important.

Il n'y a pas d'indication selon laquelle les souterrains normaux seront utilisés plus fréquemment par des chevreuils, même si la dimension de l'entrée est élargie ou que l'effet tunnel total est augmenté. Lorsque les ponts franchissant les paysages et les passages supérieurs sont pris en compte, le niveau d'activité des passages à faunes du chevreuil est augmenté de manière marquante. La cause peut être due au fait que les chevreuils ne considèrent pas le pont paysager ou le passage supérieur comme des obstacles. Une autre explication peut être que de tels passages à faune sont établis dans des endroits où la densité des chevreuils est plus élevée. Par ailleurs, l'effet barrière de la

présence ou de l'absence de grillages le long des systèmes routiers devrait être pris en considération.

3.4 Les besoins de répartition naturelle sont-ils remplis pour la plupart des espèces?

En général, les passages à faune sur les systèmes routiers du nord du Jutland ont été placés en relation avec les corridors naturels des mammifères. La plupart des passages ont des dimensions telles que les chevreuils peuvent les utiliser aussi. A l'exception des ponts paysagers et du passage supérieur du Jyske Ås, la grande partie des passages à faune ne sont pas dimensionnés pour le cerf *Cervus elaphus*. Par ailleurs, la fréquence des cerfs augmente probablement dans le nord du Jutland.

Des propositions pour modifier certains passages à faune dans le nord du Jutland sont donnés dans un rapport établi par l'INRE pour la direction des routes. Cependant, ni les modifications des dimensions de passages spécifiques, ni des améliorations de corridors dans les environs, ni encore les changements des barrières le long du système routier ne sont traités. Il n'a pas fait partie des tâches de l'INRE de cartographier la répartition du cerf, de fait aucune recommandation n'est donnée pour les rapports du passage avec ces espèces.

4. NORD2000, LE NOUVEAU MODELE NORDIQUE DE PREDICTION POUR LE BRUIT ROUTIER

En 1996, le conseil nordique des ministres a décidé d'initier le développement d'une nouvelle génération de modèles de prédiction du bruit environnemental en utilisant le développement scientifique mis en place depuis que les premières méthodes nordiques furent publiées dans les années 1970.

L'idée était de développer un modèle général de propagation du son et d'établir des méthodes spécifiques à chaque source de prédiction du bruit pour le trafic routier et ferroviaire et d'autres types de sources de bruit environnemental. Tous les modèles de prédiction devaient être basés sur le même modèle général de propagation. Le modèle de propagation sonore devait être applicable pour calculer la pression sonore causée par une source, par bandes de tiers d'octave, pour chaque type normal de climat.

Le nouveau modèle de source distingue les bruits pneus/route et bruits du moteur, et le nouveau modèle de propagation autorise les calculs pour une gamme de conditions climatiques. Nord2000 est sensiblement meilleur que la méthode actuelle. Elle peut faire des calculs dans des situations où le modèle actuel n'est pas applicable, donne des résultats par bandes de fréquences, et les niveaux sonores peuvent être calculés pour de nombreuses conditions météo, et ainsi les niveaux moyens annuels sonores peuvent être calculés de manière précise.

Comme suite à la finalisation en 2001 du travail originel sur Nord2000, les modèles de source et de propagation ont été ajustés en quelques endroits. Des fonctions ont été prises du modèle source du projet European Harmonise, qui démontrait qu'il était possible de séparer le bruit pneu/route du bruit des moteurs et qu'il était suffisamment bon pour travailler avec deux sources ponctuelles pour décrire un véhicule routier.

Le nouveau modèle source a été adapté et ajusté aux données sources nordiques disponibles. “Nord2000 Route” est le premier modèle officiel nordique de prédiction appliqué à la nouvelle génération de méthodes. La manière la plus simple de se familiariser avec son comportement est de s’entraîner sur ce type de cas de logiciel développé par SINTEF. Le logiciel peut être téléchargé gratuitement depuis www.sintef.no/n2kr.

Le travail sur le Nord2000 original a été fondé par le conseil nordique en collaboration avec les autorités routières et environnementales nationales et conduites par une coopération d’instituts acoustiques nordiques. En 2005, les autorités routières nordiques ont décidé d’implémenter ce nouveau modèle dans la prédiction du bruit routier. NordFoU, une coopération entre les administrations routières nordiques, ont fondé le projet dans lequel le modèle général a été ajusté et corrigé – entre autres à la lumière de l’expérience obtenue par le projet European Harmonise – et complété de statistiques sur les conditions climatiques.

4.1 Méthode de prédiction

Nord2000 Route peut être utilisé pour calculer L_{Aeq} , en bandes de fréquences, pour toute combinaison de véhicules routiers à condition que des données d’entrée soient disponibles.

Le niveau maximum de pression sonore correspondant à la pondération temporelle F peut être calculé à partir de chaque véhicule ou pour des combinaisons de véhicules à des positions spécifiques. Cependant, la méthode de prédiction ne donne pas de méthodes statistiques pour calculer les niveaux maximum à partir de groupes passants de véhicules. Les points d’évaluation devraient être choisis en cohérence avec les recommandations du *Good Practice for Strategic Noise Mapping* et *The Production of Associated Data on Noise Exposure* de la Commission européenne.

La méthode de prédiction sépare le bruit pneu/route du bruit du moteur. En conséquence, la méthode peut être utilisée pour estimer l’effet du changement de surface de la route ou des pneus. Pour les types les plus courants de surfaces de route, des valeurs par défaut sont données. Il est aussi possible de calculer l’effet des pneus cloutés et de l’accélération du véhicule et de corriger la génération de bruit pneu/route en fonction de la variation de la température de l’air.

La méthode distingue les véhicules lourds et mi-lourds et introduit le nombre d’essieux des véhicules lourds comme paramètre d’entrée.

La méthode de prédiction peut traiter diverses conditions climatiques simples alors que les gradients de vent très forts ou variables ainsi que les conditions atmosphériques par couches ont été exclus. En combinant les résultats de différentes conditions météo, il est possible de calculer le bruit moyen annuel ainsi que le L_{den} et L_{night} prédits dans la directive européenne sur le bruit environnemental.

La méthode de prévision peut traiter autant de quantités et de combinaisons de variations de conditions de terrain avec ou sans écrans. Les algorithmes ont été limités à 2 écrans. Les écrans peuvent être minces ou épais et de n’importe quelle forme.

La méthode de prédiction n’a pas spécifiquement à voir avec le bruit intérieur. Il n’y a pas d’instructions spéciales ou de données sur l’isolation phonique des fenêtres ou des

façades. Cependant, à la condition que soient connues les données d'isolation phonique, les niveaux de pression sonores intérieurs peuvent être calculés à partir des formules standard d'acoustique du bâtiment car tous les calculs de Nord2000 sont effectués par tiers de bande d'octave.

4.2 Modèle source

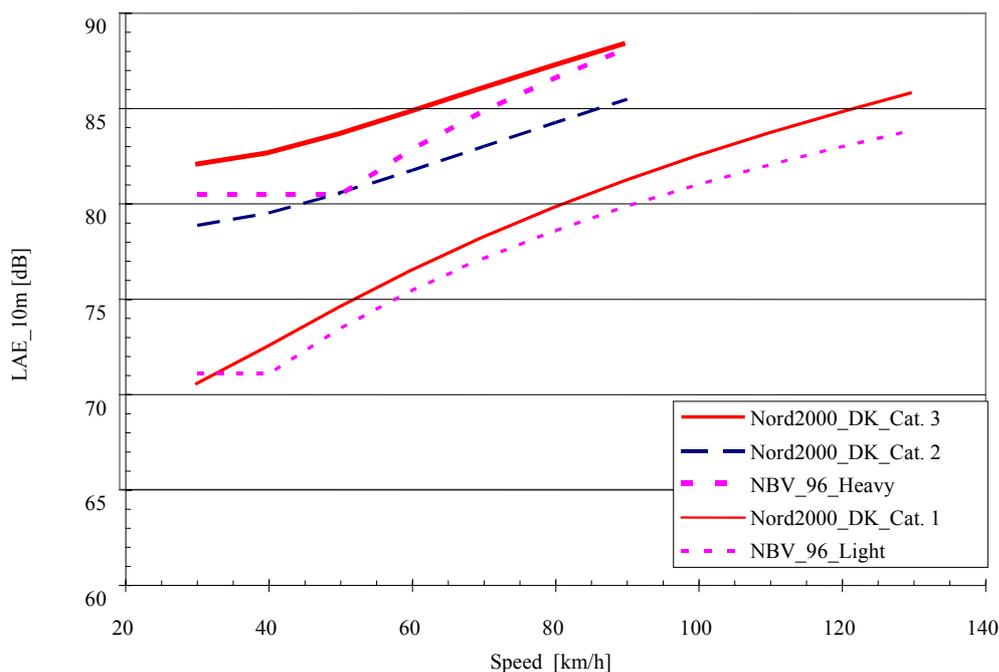
Le modèle source distingue les véhicules 1) légers, 2) moyens, et 3) lourds. Un véhicule est représenté par un nombre de sources sonores à différentes hauteurs (0,01m, 0,30m, 0,75m, ou 3,5m) à 1m de l'axe central du véhicule, vers le récepteur.

Le niveau de puissance sonore de tiers de bande d'octave de chaque source est calculé à partir des paramètres d'entrée sélectionnés par l'utilisateur, déterminant la puissance sonore respectivement du bruit pneu/route ainsi que le bruit du moteur.

Les données d'émission danoises sont basées sur des mesures de 1999-2000 durant 4000 passages de véhicules sur 21 sites avec des limites de vitesse de 30 à 110 km/h et des enrobés denses ou des SMA d'âge 2-18 ans avec des granulats d'un maximum de 8-12 mm.

La figure 11 compare l'émission sonore des véhicules dans Nord2000 et dans le modèle actuel. Les niveaux sont plus élevés dans le nouveau modèle, en particulier L_{AFmax} à grande vitesse. Dans le modèle actuel, les véhicules lourds sont un mélange de catégories 2 et 3 avec une domination de catégorie 2 à basse vitesse et de catégorie 3 à haute vitesse.

Il y a une tendance d'émission de bruit plus élevée que dans la méthode actuelle. Les valeurs élevées d'émission peuvent être causées par des changements dans la flotte de véhicules ou des pneus plus larges, mais les raisons sont encore inconnues. Les données d'émission de Finlande, Norvège et Suède sont de 1-2 dB plus élevées que les données danoises.



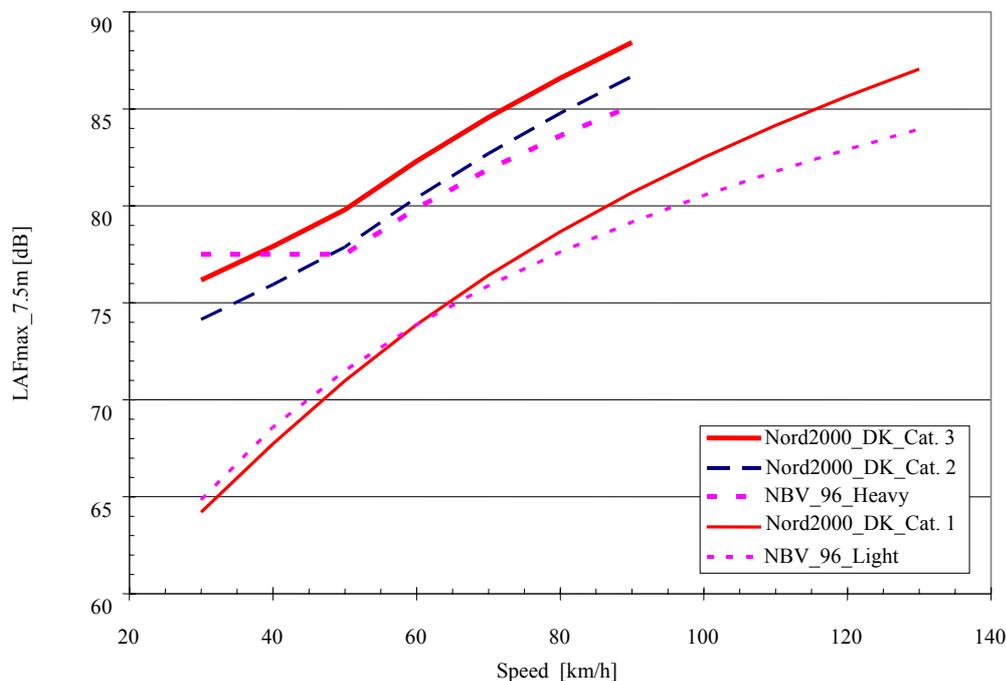


Figure 11 - Emissions sonores dans la méthode actuelle et dans la nouvelle méthode

Au-dessus: L_{AE} à 10m

Au-dessous: L_{AFmax} à 7,5m

Les données de Nord2000 sont pour les véhicules danois

La catégorie 3 consiste en des camions à 5 essieux.

4.3. Modèle de propagation

Le modèle de propagation s'appuie sur théorie des rayons géométriques et donne les algorithmes pour calculer l'atténuation sonore par tiers de bande d'octave le long du circuit depuis la source jusqu'au récepteur en prenant en compte la forme du terrain ainsi que le type de terrain (impédance) et sa rugosité. Le profil en travers du terrain vertical est simplifié de manière à consister en une chaîne de segments de droite et le modèle combine les contributions de tous les segments au terrain résultant et à l'effet écran.

Huit classes de surfaces au sol ont été définies, de très mous (type mousse) à très durs (enrobé dense), bien que pour la cartographie sonore, seules les classes "mou" et "dur" seront utilisées. Les données peuvent être entrées "manuellement" dans un logiciel simple récepteur ou importés de modèles numériques de terrain dans des logiciels "automatiques" de cartographie. Vu la complexité du modèle, le calcul "manuel" est hors de question.

Nord2000 traite de l'atténuation sous différentes conditions climatiques et est adapté pour calculer les niveaux sonores moyens annuels. De nombreuses classes climatiques ont été définies et leur fréquence d'occurrence a été déterminée sur la base de données d'observations météorologiques. La moyenne annuelle est obtenue en calculant le niveau sonore pour chaque classe climatique et en combinant ces niveaux pondérés par leur occurrence.

A 300m d'une route ayant la direction Nord-Sud, le niveau moyen sonore annuel au Danemark est de 2dB plus élevé aux récepteurs à l'est de la route que les récepteurs à l'ouest de la route.

4.4 Zones de Fresnel

Les zones de Fresnel introduites dans Nord2000 ont conduit à des améliorations essentielles en comparaison avec les méthodes précédentes et ont entre autres résolu des problèmes de discontinuité dans le calcul des résultats.

Leur utilisation a été inspirée d'une solution approximative de prédiction de la propagation sonore sur un terrain plat avec des types de surfaces variables. Dans ce modèle, le terrain sonore au récepteur est supposé être déterminé par les conditions de surface dans une région autour du point de réflexion nommée zone de Fresnel.

Lorsque le terrain sonore est reflété par une surface plane, la zone de Fresnel de forme elliptique est définie comme l'intersection entre le plan et l'ellipsoïde de Fresnel, montrée sur la figure 12.

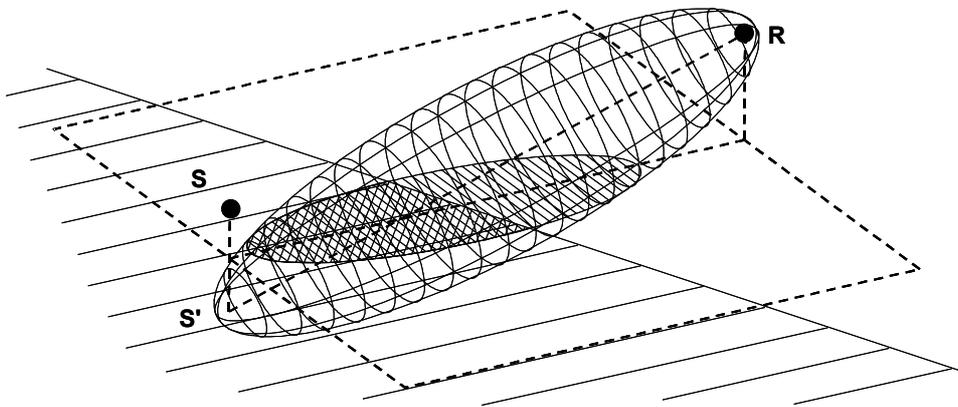


Figure 12 - Définition de l'ellipsoïde de Fresnel et de la zone de Fresnel.

4.5. Nord2000 par rapport au modèle actuel

L'atténuation de propagation a été comparée dans un nombre de cas (8 avec écran et 4 sans écran; distances de 25-300m: hauteurs de récepteur de 2m, 4m, et 10m). En l'absence d'une définition exacte, le modèle présent était supposé valable sous un vent de 1m/s et pas de gradient de température (temps couvert). L'incertitude introduite par l'absence de définition est de 1dB ou moins.

Pour les cas sans écran Nord2000 a donné en moyenne une atténuation de 1-2dB en plus (niveau sonore plus bas) que le présent modèle. Pour les cas avec un écran, Nord2000 a donné en moyenne 4dB d'atténuation en plus que le modèle actuel. Dans les cas avec une route dans un encaissement, Nord2000 conduit de manière significative à plus d'atténuation que la présente méthode.

4.6. Cas types

Le modèle actuel autorise des calculs rapides et précis au moyen des diagrammes pour 22 cas sélectionnés. Ces diagrammes ont été remplacés par des logiciels avec des fonctions de transfert précalculées pour 30 cas sélectionnés. Les données de trafic par

défaut pour 5 types de routes peuvent être éditées par l'utilisateur pour convenir à n'importe quel cas.

5. REDUCTION DU BRUIT ROUTIER. TEST DE COUCHES DE CHAUSSEES FINES ANTI-BRUIT

L'institut routier danois (DRI) et l'institut d'ingénierie routière et hydraulique aux Pays-Bas (DWW) sont en train de conduire un travail de recherche intitulé: *DRI-DWW Noise Abatement Programme*, qui inclut un projet sur les chaussées à couches minces. Le programme de réduction du bruit DRI-DWW est une partie du programme néerlandais d'innovation sonore pour le bruit routier. Une importante part de ce projet de chaussées minces est de mener un test en grandeur réelle des différents types de couches minces à réduction sonore sur une autoroute au Danemark. Le site-test est situé sur l'autoroute M10 (Køge-Bugt) près de Solrød où la limitation de vitesse est de 110 km/h. L'objectif de cette expérimentation est de prouver l'effet réducteur de bruit, et sur le long terme, de prouver la durée de vie acoustique et structurelle des couches minces.



Figure 13 - Installation typique de microphone sur les mesures de bruit SPB sur les sections-test sur la M10.

Au cours de l'été 2004, 5 chaussées différentes, y compris une chaussée-témoin ont été mises en oeuvre. Fin 2004 (année 0) lorsque les chaussées mentionnées n'avaient que quelque mois d'existence, le DRI a conduit une série de mesures détaillées de bruit. Une sixième section de chaussée a été mise en oeuvre en août 2005. Une nouvelle série de mesures a été conduite en décembre 2005 (année 1) afin de suivre l'évolution de l'émission sonore sur ces chaussées. Les mesures ont été conduites selon la norme internationale ISO 11819-1 caractérisant l'influence de la surface de la route sur le bruit routier, méthode intitulée "méthode SPB" (Statistical Pass By). Par ailleurs, une série de mesures CPX (Close Proximity) a été conduite à l'année 0 (pas répétée à l'année 1) comme partie du projet sur les caractéristiques acoustiques au sein du programme de réduction de bruit (DRI-DWW). Afin de décrire la texture de surface sur les chaussées sur les 5 sections que la DRI a testées, des mesures détaillées de texture en utilisant des équipements laser ont été également faites à l'année 0 (pas répétées à l'année 1). Enfin, la friction des 5 chaussées a été mesurée.

5.1 Résultats sur le bruit

Les mesures SPB achevées, qui sont très robustes et détaillées, sont utilisées pour évaluer la réduction sonore des chaussées testées par rapport à la chaussée de référence. Lorsque la répartition actuelle du trafic est utilisée tel que dans la cartographie sonore de la M10 à Solrød avec 90% de véhicules de passager, 5% de camions à 2 essieux et 5% de camions à plus de 2 essieux, les résultats exprimés par l'indice modifié SPB (SPBI_{M10}) pour chaque section testée est telle que le montre le tableau ci-dessous:

		AC11d		SMA8		AC8o		TP8c		SMA6+		SMA8+ ¹	
Année 0	Année 1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
SPBI _{M10}		84.0	84.1	83.2	84.1	81.2	81.8	81.8	83.1	82.6	82.6	81.6	-
Différence re. AC11d [dB]		0	0	-0.8	0.0	-2.8	-2.3	-2.2	-1.0	-1.4	-1.5	-2.4	-

Tableau 2 - Indices SPB modifiés pour chaque chaussée et différence avec la chaussée de référence, lorsque la répartition de trafic actuelle est utilisée. Année 0-1

On a pu observer une augmentation de l'émission sonore de 0 à 1 dB entre l'année 0 et l'année 1. Sur la chaussée de référence dense, il n'y avait pas d'augmentation de l'émission sonore. C'était la raison principale pour laquelle les mesures de l'année 1 ont montré une réduction sonore moins efficace par rapport aux réductions sonores de l'année 0. On peut également voir que par rapport à la chaussée de référence, il y a eu une réduction de l'indice modifié SPB pour les chaussées testées de 1 à 3 dB dans l'année 0 et l'année 1, bien que la tendance fût une moindre réduction sonore au cours de l'année 1. La réduction sonore sur la chaussée SMA8 est apparue comme n'ayant pas de signification. La réduction sonore était d'environ 1,5dB sur la chaussée SMA6+, tandis que la réduction sonore initiale sur les deux couches fines (TP8c et AC8o) était de 2-3 dB, à l'année 1 celle-ci a été réduite de 1-2 dB. La réduction sonore sur la SMA6+ est la même sur les 2 années. Sur la SMA8+, la réduction sonore mesurée était de 2,4dB à l'année 0. L'incertitude pour la SPBI_{M10} a été calculée à 0,4 dB.

5.2 Mesures de texture de surface

Les mesures de texture de surface sont représentées par une valeur de PMT. La valeur de PMT pour les couches SMA8, AC8o et TP8c sont d'environ 0,9mm, ce qui est une valeur de PMT sensiblement plus élevée par rapport à la chaussée de référence et le SMA6+ qui était d'environ 0,4-0,5mm. Toutes les chaussées ont rempli les exigences de friction telles qu'indiquées dans les normes autoroutières. Les valeurs mesurées de texture de surface (exprimées en valeur de PMT) et de friction étaient uniformes dans le sens longitudinal pour toutes les chaussées. Les résultats de mesure de friction ont montré que ces chaussées avaient une très bonne friction.

5.3 Perspectives

L'institut technique routier danois (DRI) va continuer les mesures sonores dans les années à venir. L'objectif est en principe de suivre les chaussées au cours de leur durée de vie totale. Dans le programme de réduction de bruit DRI-DWW, le travail se poursuit afin de continuer à optimiser la réduction sonore des couches fines sur les autoroutes. A l'automne 2006, 11 nouvelles sections-test avec des mélanges optimisés seront construits sur une autoroute près de Herning au Danemark et un nouveau programme de mesures sera entrepris.

Références

Chapitre 1:

1. *Byen, vejen og landskabet – Motorveje til fremtiden*, Aalborg Universitet – Den Kongelige Veterinær og Landbohøjskole – Vejdirektoratet, 2005.

Chapitre 2:

-

Chapitre 3:

2. *Biologisk vurdering og effektundersøgelser af faunapassager på motorvejsstrækninger i Vendsyssel*, Danmarks Miljøundersøgelser, 2007.

Chapitre 4:

3. *Road traffic Noise. Nordic prediction method*, TemaNord 1996:525, Nordic Council of Ministers, Copenhagen 1996.
4. H. G. Jonasson, *Acoustic Source Modelling of Nordic Road Vehicles*, SP Rapport 2006:12, Energy Technology, Borås 2006.
5. B. Plovsing and J. Kragh, *Nord2000. Comprehensive Outdoor Sound Propagation Model. Part 1: Propagation in an Atmosphere without Significant Refraction*, AV 1849/00, *Part 2: Propagation in an Atmosphere with Refraction*, AV 1851/00, DELTA Acoustics & Vibration, revised Hørsholm 2006.
6. R. Eurasto, *Nord2000 for road traffic noise prediction. Weather classes and statistics*, VTT Research Report No. VTT-R-02530-06, Esbo 2006.
7. B. Plovsing, *Nord2000. Validation of the Propagation Model*, AV 1117/06, DELTA Acoustics & Vibration, Hørsholm 2006.

Chapitre 5:

8. *The DRI-DWW Noise Abatement Program - Project description*. Note 24, 2005. Danish Road Institute, Road Directorate. Can be downloaded from: <http://www.vejdirektoratet.dk/publikationer/VInot024/index.htm>
9. *Noise Innovation Program. Road Traffic. (The IPG programme)*. DWW report 2002-073.
10. *Test of thin layers on highway. Year 1 measurement report*. Danish Road Institute, Road Directorate. Technical note 35, 2006. Can be downloaded from: <http://www.vejdirektoratet.dk/publikationer/VInot035/index.htm>